



(4000円) 特 許 願 件 (大発明に相当する発明)

昭和 50 年 9 月 16 日

特許庁長官 藤 田 加 隆

1. 発明の名称
内蔵制御用電気火花点火装置
2. 特許請求の範囲に記載された発明の要旨
3. 発明者
大阪府川口市安部台2丁目2番地 88
矢 野 浩 二
(独り)

4. 特許出願人
大阪府大阪市淀川区三好町4丁目8番4号
株式会社コスモ電機株式会社
代表取締役 佐 藤 昌 二
〒140
東京都目黒区神奈川3丁目16番6号
小林特許事務所 電話(402)4725(電)
5. 代理人
(5712) 弁護士 小林 将 高

6. 送付書類の目録

(1) 明細書	1 通
(2) 図面	1 通
(3) 願書原本	1 通
(4) 委任状	1 通
(5) 出願書類原本	1 通

方 式 査 査

50 116873

明 細 書

1. 発明の名称
内蔵制御用電気火花点火装置
2. 特許請求の範囲
(1) 高圧電極と接地電極をもつて電極点火装置において、前記高圧電極および接地電極を共にそれぞれの電極支持部材から突出させ、かつ前記高圧電極および接地電極を共に同電極としたことを特徴とする内蔵制御用電気火花点火装置。
(2) 高圧電極、トリガ電極および接地電極をもつて電極点火装置において、高圧電極、トリガ電極および接地電極をすべてそれぞれの電極支持部材から突出させ、かつ前記高圧電極、トリガ電極および接地電極をすべて同電極としたことを特徴とする内蔵制御用電気火花点火装置。
3. 発明の詳細な説明
この発明は、電気火花点火装置を改良して電気火花放電による可燃性混合気の点火条件を拡大することを目的とした内蔵制御用電気火花点火装置に関するものである。

⑨ 日本国特許庁 公開特許公報

- ①特開昭 52-36237
- ④公開日 昭52.(1977) 3.19
- ②特願昭 50-110873
- ③出願日 昭50.(1975) 9.16
- 審査請求 有 (全14頁)
- 庁内整理番号
7003 51

⑤日本分類
F1 G30/

⑥Int.Cl.²
H01T 13/20
H01T 13/32

混合気の混合比を例えば空燃比(空気質量/燃料質量)で表わすとき、電気火花放電によって点火しうる空燃比は、トーチによって点火しうる空燃比よりも大幅に小さい。つまり、燃料の濃い混合気でない限り電気火花では点火できないとされてきた。一方、トーチでは燃焼限界空燃比の混合気に至るまで点火できる。

もっとも、この燃焼限界空燃比はそれほど明確なものではなく、実験値と判定条件に大きく左右される。直径50.8mm(2インチ)の管の開口端から図1(a)へと同様に伝はんする火炎が途中で消滅する濃度が再現性の高い値を与えることが経験的に知られているに過ぎない。ここではこの方法によって決定された実験値を燃焼限界空燃比と見なすこととする。

ガソリン、石油ガス等の炭化水素系燃料と空気との混合気を燃焼させて熱力をうる内蔵制御においては、燃料を完全燃焼させてH₂OとCO₂に酸化させるに必要な量(化学当量比、これは燃焼係数が決定される)以上の酸素を含むような空燃比

Best Available Copy

の混合気を使用すれば不完全燃焼生成物である炭化水素(H_2O)と CO の発生を抑制できる。また、ロータリーエンジンのように燃焼室の冷却効率が低い場合か、あるいは空燃比よりさらに低い混合気を使う場合に、燃焼温度が約1200℃以下となるとき NO_x の発生も抑制される。

空燃比はガソリン・空気混合気で約14.8、インプタン・空気混合気で15.4である。

オ1図(a)、(b)は従来の電極点火栓の一例を示す要部の縦断面図および底面図である。

接地電極1は幅2.7mm、長さ約5mm、厚さ1.3mmの耐熱性ニッケル合金からなる平板で、高圧電極2は直径1mmの貴金属合金からなる円柱であり、これら接地電極1と高圧電極2は電極間隙Lをへだてて対向している。

オ2図(a)~(c)は他の従来例を示すもので、高圧電極2はオ1図に示したものと同じく直径1mmの貴金属合金からなる円柱であるが、接地電極1はオ1図と同様の平板にオ2図(a)、(c)に示すように、厚1mm程度、深さ0.5mm程度のアーバ

この発明は上述の点にかんがみなされたもので、点火栓自体を改良するだけで、点火限界空燃比範囲を拡大し点火限界電極間隙を短縮せんとするものであり、これによって内燃機関の排ガス特性の改善を容易にせんとするものである。以下図面を用いてこの発明を詳細に説明する。

オ3図~オ8図はそれぞれこの発明の2電極点火栓の一例を示すもので、オ3図(a)は2電極点火栓全体の縦断面図、オ3図(b)はオ3図(a)の要部断面図、オ3図(c)は同じく底面図を示し、オ4図(a)、(b)~オ8図(a)、(b)の各実施例においては、各(a)図がオ3図(b)と同様の2電極点火栓の要部断面図を、各(b)図がオ3図(c)と同様の底面図をそれぞれ拡大して示したものである。これらの図において、21は突起した接地電極、22は高圧電極、23は耐熱性ニッケル合金などからなる導電性の電極支持部材、24は電気絶縁性高アルミナ質部材からなる絶縁性の電極支持部材、25は外周、26は中輪、27は高圧電極端子、28はガスケット、29は前記外周25に形成されたねじであ

特開昭52-36237(2)

付U字溝1'を接地電極1の長さ方向に形成したものである。

上記のような従来の電極点火栓を用いた通常のガソリンエンジンには空燃比10~15の燃料濃度の混合気が使われているので、炭化水素、 CO および NO_x が排気中に含まれている。これを改良するために点火栓付近のみ過濃混合気を形成せしめて点火し、全体としては過稀な混合気を燃焼させるための内燃機関が種々開発されつつある。このような混合気空燃比の空間(場所)的分布を形成する方法の他に、空燃比の時間的分布を改良した内燃機関もある。すなわち、液体燃料を使用するとき完全に気化していないので、放電点火時の実効空燃比が大きく点火し難い。気化器を改良して液体燃料の気化率を高めるならば放電点火時の実効空燃比を小さくし点火し易くすることができる。このような複雑な内燃機関は、コスト上昇を招くのみならず、最適動作条件の調整が困難であり、また、最適状態の安定性に欠け、燃焼室温度も極めて困難にならざるを得ない。

リ、200は2電極点火栓全体を示し、Lは電極間隙、h₁は前記接地電極21の突起高、h₂は前記高圧電極22の突起高である。

接地電極21は高圧電極22と電極間隙Lをへだてて対向している。接地電極21および高圧電極22はいずれも耐熱耐酸性にすぐれた貴金属系合金、例えばPt、Pd、Auなど、またはこれらの合金もしくはニッケル合金などからなる直径1.7mm以下、好ましくは直径1mm前後の細電極とする。

接地電極21は、例えば厚さ1.1mm、幅2.7mm、長さ約5mmの耐熱性ニッケル合金などからなる電極支持部材23から突起高h₁だけ突起させて形成、打込み、圧入もしくは押し込んでからかしめる等種々の方法で、前記電極支持部材23に固着する。また、前記突起高h₁は約0.25mm以上にすると良好な結果が得られる。接地電極21は電極支持部材23を介して外周25に接合されており、外周25は接地電極端子を兼ねる。電極支持部材23はオ4図(b)によく示すように先端の幅を狭くするとさらに良い結果が得られる。また、オ5図(a)、(b)、オ

6図(a)、(b)にそれぞれ示すように接地電極21と電極支持部材23とは同一物で一体に形成してもよい。すなわち、電極支持部材23としてのたえは直径1.5mmの貴金属系合金もしくは耐熱ニッケル合金からなる部を5図(a)のように先端を折り曲げて接地電極21としてもよい。さらに、あらかじめ先端をたえは長さ0.25mm以上にわたって直径1mmの内径に切削加工した電極支持部材23としてのたえは直径2mmの貴金属系合金からなる部を8図(a)のように折り曲げて屈した先端部を接地電極21として用いることもできる。7図(a)、(b)の実施例では電極支持部材23の部の太さを定めることにより、熱伝の適度も容易に行える。

高圧電極22は、たとえば電気絶縁性高アルミナ質絶縁からなる電極支持部材24の先端より突起高 h_1 だけ突起させて固定され、耐熱ニッケル合金などからなる中軸28を介して高圧電極端子27に接続されている。突起突起高 h_1 は0.25mm以上にすると良好な結果が得られる。

中間域にあり接地電極31から電極間隔 l_{11} に位置する。トリガ電極33は耐熱耐蝕性にすぐれた貴金属系合金、もしくはニッケル合金などからなる直径1.7mm以下、好ましくは直径1mm以下の細電極とする。

トリガ放電の電力は小さく、消費は少ないからトリガ電極33は先端をとがらすこともできる。トリガ電極33はたとえば直径2mmの耐熱性ニッケル合金などからなる電極支持部材38に突起高 h_2 だけ突起させて固定するが、突起高 h_2 は0.25mm以上にすると良い結果が得られる。トリガ電極33は電極支持部材38を介してトリガ電極端子40に接続されている。この3電極点火銃300の使用にあたってはトリガ電極端子40は抵抗器あるいはコンデンサを介して高圧電極端子39あるいは接地電極端子に相当する外周37に接続するならば、トリガ放電用の特別な電線を用いなくても2電極点火銃用の点火電極で駆動することもできる。

次にこの発明による点火銃の空気・燃料混合気に対する点火特性を説明する。上述したようにこの

特開昭52-36237(3)

7図(a)、(b)は接地電極21と高圧電極22とを併向きに対向させた例を示し、また、7図(b)、(b)は同じく併向きに對向させた接地電極21と高圧電極22とを耐久性向上のための2重設けた例を示す。同様にして接地電極21と高圧電極22とは3組以上あってもよいことは言うまでもない。

9図(a)、(b)はこの発明の3電極点火銃の一実施例を示すもので、31は突起した接地電極、32は高圧電極、33はトリガ電極、34、35、38はそれぞれ接地電極、高圧電極、トリガ電極の電極支持部材、37は外周、39は中軸、39は高圧電極端子、40はトリガ電極端子、41はガスケット、42はねじ、300は3電極点火銃全体を示す。このうち接地電極31と高圧電極32とは主電極間隔 l_{11} をへだてて対向している。前記接地電極31と高圧電極32はそれぞれの電極支持部材34、35から h_1 および h_2 の突起高である0.25mm以上突起させて固定されている直径1.7mm以下の細電極で、これまでに述べた2電極点火銃の場合と同様の方法で形成できる。トリガ電極33は接地電極31と高圧電極32との

の発明の特長は電極部の構造にあるから、主として2電極点火銃に関して詳しく述べる。7図に示ける高圧電極22および接地電極21の両方を細電極とし、かつそれぞれの電極支持部材23、24から突起させると点火条件が改善され、十分に低い混合気に点火できる事実を明確かつ詳細に説明するために、放電限界間隔が大きくとれる1気圧混合気についての実施例を10図、11図、および12図に示す。この実施例では点火限界空燃比を定量的に正確に求めるために、液体燃料を滴けインプタンガスを使用した。

10図は点火限界空燃比領域の電極間隔依存性を示す。横軸は電極間隔 l 、左側縦軸はインプタン空燃比、右側縦軸はガソリン換算空燃比を表す。曲線Uはこの発明による7図(a)~(c)に示した2電極点火銃200に、高出力型のイグニッションコイル(一次電圧12V、4.1A、蓄積エネルギー72mJ)をセミトランジスタ開閉部で駆動させて発生した35KVの尖鋭電圧を印加した場合の点火限界空燃比領域であり、曲線Uより下の領域が点

火可能であることを示す。この場合、2電極点火
 極200の接地電極21および高圧電極22には共に直
 径1mmの白金円柱を用い、それぞれの電極支持部
 材23、24からの突起高は $h_1 = h_2 = 1$ mmとした。
 接地電極21の電極支持部材23は厚さ1.3mm、幅
 2.7mm、長さ約5mmの耐熱ニッケル合金を用いた。
 また、曲線Vは接地電極21および高圧電極22に共
 に直径2.55mmの耐熱ニッケル合金円柱を用い、それぞ
 れの電極支持部材23、24からの突起高は $h_1 = h_2 =$
 5 mmとした点火極に上記と同一条件の放電点火電
 圧を印加した場合である。また、曲線Wはオ1図
 (a)、(b)に示した従来の電極点火極に上記と
 同一条件の放電点火電圧を印加した場合である。
 なお、上記実施例の2電極点火極200では高圧電
 極22には突起高 $h_2 = 1$ mmで、直径1mmの白金圓
 柱円柱を用いているが、オ1図(a)、(b)に示
 した従来の接地電極1には厚さ1.3mm、幅2.7mm、
 長さ約5mmの耐熱ニッケル合金をそのまゝ用い、
 曲線高を突出させていない。曲線Wはオ2図(a)
 (c)に示したような接地電極板の長さ方向にU字

特開昭52-36237(4)
 形1'を形成した従来の電極点火極に上記と同一
 条件の放電点火電圧を印加した場合の特性を示す。
 水平点線X₁は最高空燃比レベル、水平点線X₂
 は燃焼限界空燃比レベル、水平点線X₃はインブ
 タン空燃比=20(ガソリン空燃比=17.6)のレベ
 ルを示す。垂直点線Y₁は曲線Uと水平点線X₁
 との交点を通る垂線、垂直点線Y₂は曲線Uと水
 平点線X₃との交点を通る垂線を示す。高圧電極
 22、接地電極21の両方を電極とし、かつそれぞ
 れの電極支持部材23、24から突起高 h_1 、 h_2 突起
 させるとき、最高空燃比以上の点火可能領域およ
 び点火下限界電極間隔が大幅に拡大されることが
 曲線Uから一目瞭然である。

オ11図はオ3図(a)~(c)に示したこの発明の
 2電極点火極200の接地電極21に用いた直径1mm
 の白金円柱の電極支持部材23からの突起高 h_1 を
 パラメータとしたときの1気圧のインブタン空
 燃混合気についての点火限界空燃比領域の電極間
 隔依存の試験結果を示す。電極支持部材23は厚さ
 1.3mm、幅2.7mm、長さ約5mmの形状であってオ2

図(b)およびオ3図(c)に示すような位置に円柱
 電極が突起している。高圧電極22には同じく直径
 1mmの白金円柱を用い、突起高 h_2 は1mm一定と
 した。オ11図において、曲線Aは接地電極21の突
 起高 h_1 が $h_1 = 0$ mm、曲線Bは同じく $h_1 = 0.07$
 mm、曲線Cは同じく $h_1 = 0.14$ mm、曲線Dは同じ
 く $h_1 = 0.25$ mm、曲線Eは同じく $h_1 = 0.5$ mm、曲
 線Fは同じく $h_1 = 2.0$ mmの場合の点火限界空燃比
 一電極間隔曲線をそれぞれあらわす。接地電極21
 の突起高 h_1 を増大させると点火可能領域が拡大
 することが明らかである。

オ12図はオ11図に示した試験結果を電極間隔L
 をパラメータとし、接地電極21の突起高 h_1 を横
 軸にとってグラフ化したものである。この図
 で、曲線Mは電極間隔Lが $L = 0.85$ mm、曲線N
 は同じく $L = 0.9$ mm、曲線Oは同じく $L = 1.0$ mm、
 曲線Pは同じく $L = 1.25$ mm、曲線Qは同じく L
 $= 1.5$ mm、曲線Rは同じく $L = 2.0$ mmの場合の点
 火限界空燃比一接地電極突起高曲線をそれぞれ表
 わす。いずれの電極間隔においても接地電極21の

突起高 h_1 が約0.25mmまでは、突起高 h_1 の増大
 と共に点火限界空燃比が急激に増大するが、突起
 高 h_1 が約0.25mm以上では突起高 h_1 の増大と
 もなう点火限界空燃比の増大はきわめてゆるやか
 であることがわかる。

上述したような点火限界空燃比の電極間隔、電
 極高さ、および電極支持部材からの電極突起高依
 存の作用機構を以下に説明する。

放電により混合気が電気火花のごく周辺で局所
 的に燃焼して火だねができるが、放電は短時間と
 断絶してしまう。放電終了後は火だね自身ももつ
 熱力学的量すなわち、エンタルピー、密度および
 圧力の消長によって以後の燃焼が決定される。火
 だねを中心に燃焼が広がるためには、火だねは
 周辺の混合気に自己の熱力学的量を与えなければ
 ならない。このとき、火だねの熱力学的量は消費
 される。混合気を与えられた熱力学的量が混合気
 の燃焼限界以下であるとき、火だねは立消えし、
 燃焼限界以上であるとき混合気は燃焼し、燃焼混
 合気ははじめに与えられた熱力学的量より大きい

熱力学的量を新たに発生させるので、火だねは成長する。火だねが単位体積だけ拡大成長するとき新しい混合気の燃焼によって発生する熱力学的量は、単位体積中の燃料の量、すなわち、燃料密度に依存する。燃料密度は空燃比が小なる程、また、圧縮比が大なる程大きい。従って、火だね内の熱力学的量の散逸が一定のときは空燃比が小さく、圧縮比が大なるとき点火燃焼の持続条件は有利となる。また、火だね内の熱力学的量の散逸を小さくすれば、点火燃焼の持続条件に適する空燃比は大きく、圧縮比は小さくすることができる。さらに言うならば、火だね内の熱力学的量の散逸過程の中、可燃性混合気以外への散逸を小さくすることが決定的に重要である。

いま、電極間隔の伸長、電極太さの減少、および電極支持部材からの電極突起高の増大に伴って点火燃焼空燃比が増大することを説明するのであるから、火だね内の熱力学的量の散逸過程の電極間隔、電極太さ、電極突起高依存について説明すればよい。

境界層の厚さ δ は次式で与えられる。

$$\delta \sim \sqrt{\frac{\nu x}{u_0}} \quad (1)$$

ここで x は流れにそった固体壁の長さであって、その平均値はここでは円柱電極の断面の半径と同程度と考えることができる。火だね温度を約 600 °C とすると火だねの運動粘性率 $\nu \sim 0.26 \text{ cm}^2/\text{s}$ とみなせる。プラツ-空気の火炎速度は $u_0 \sim 20 \text{ cm/s}$ とみなせるから境界層の厚さ δ は、

$$\delta \sim 0.11 \sqrt{x} \quad (2)$$

で与えられる。

いま副電極半径 $r_1 = 0.05 \text{ cm}$ について

$$\delta_1 \sim 0.025 \text{ cm} = 0.25 \text{ mm} \quad (3)$$

大電極半径 $r_2 = 0.128 \text{ cm}$ について

$$\delta_2 \sim 0.039 \text{ cm} = 0.39 \text{ mm} \quad (4)$$

が得られる。

これら境界層内の火炎の運動エネルギーおよび運動量は内部摩擦損失として失われる。いまもし電極間隔 2δ であるならば火だねの成長は困難となる。この場合は混合気の空燃比が小さく

特開昭52-36237(5)

混合気体の燃焼は必ず気体の運動を伴う。すなわち燃焼の過程は単に化学的な現象あるいは単なる発熱現象ではなく、流体力学的および熱力学的現象でもある。換言すれば、火だね気体における成分分子の輸送(拡散)とエネルギーの輸送(熱伝導)の他に運動量の輸送(粘性摩擦)を総合的に考えなければならない。特に電気火花点火においては火だねに接する電極および電極支持部材の固体壁を通しての直接的な損失よりも固相固体壁との粘性摩擦による気体の流体力学的運動損失を重視しなければならない。すなわち、火だね内の気体は火だね外の気体にくらべてその温度のみならず圧力も十分に大きい。この圧力差にともなう気体の運動が生じる。この気体は運動粘性率 ν をもった粘性流体であるから固体壁に隣接した境界層の厚さ δ の薄い層内では固体壁に平行方向の気体の移動速度は急激に減少して固体壁ではゼロとなる境界層が存在する。この境界層の外では、層流のない運動に対応したポアンシャル流による速度 u_0 の気体の流れ(沖合主流)が実現される。

火だねの熱力学的量の密度が高くととも火だねは立消えせざるを得ないので、 2δ が消滅距離を与えることになる。すなわち、消滅距離は約10図において点火燃焼空燃比-電極間距離曲線が空燃比に依存しない領域つまり図線がほぼ垂直になる電極間隔に等しい。

約10図における曲線 W は $r_1 = 0.05 \text{ cm}$ の副電極を高圧電極22として与えられた測定値であって、消滅距離の実測値は0.5 mmである。これは式(3)を用いれば $2\delta_1$ に等しい。約10図における曲線 V は $r_2 = 0.128 \text{ cm}$ の大電極により与えられたものであって、消滅距離の実測値は0.8 mmである。これは式(4)を用いればほぼ $2\delta_2$ に等しい。

約10図における曲線 W は $r_1 = 0.05 \text{ cm}$ の副電極を高圧電極2とし長さ5 mmの板状の電極を使えば電極1としたときの約10図(a)、(b)に示すタイプでの測定値である。板電極に因って式(2)の x を長さの1/2として $r_1 = 0.05 \text{ cm}$ とおくと、 $\delta_1 = 0.035 \text{ cm}$ が得られる。消滅距離として $\delta_1 + \delta_2 \sim 0.08 \text{ cm} = 0.8 \text{ mm}$ が算出され、実測値と一致す

る。このことは板状の接地電極 1 は点火炬にとって極めて有利であって、中心電極のみを曲電極としてもその効果は大幅に低減せしめられることを示している。この点、オ10図中の曲線Wは曲線Wの点火炬の板状の接地電極 1 に U 字溝 1' を設けることによって、板状の接地電極 1 による火だねの立消え効果がある程度軽減できることを示している。これは従来の接地電極を凹ませただけ火だねから電極部が遠ざかり、電極部による火だねの熱の直接的な吸収が減少するためとされている。電極間隔 L を拡大しないで、火だねの燃焼空間を U 字溝 1' によって拡大したものであるから、火だね成長の有効空間 L_{eff} (オ10式参照) が大となり、曲線Wは左方に移動したものと考えられる。しかしながら、接地電極 1 に設けた U 字溝 1' は火だね空間を非対称化し、流体力学的に好ましくない凹凸を形成する。このため火だねが成長する過程で乱流を引き起こす。乱流の熱伝導度、粘性および拡散係数は単値にくらべて桁違いに大きいから、火だねの熱力学的量の電極間損失は格段に増大す

オ11式の u_0 の実効値は大幅に減少するので、電極支持部材表面につくられる境界層の厚さ δ_0 は突起電極表面に形成される境界層 (例えば δ_1) にくらべてかなり大きい。そのため突起電極の突起高 h_1 に満足し、

$$h_1 + \delta_1 \geq \delta_0 \quad \text{オ12式}$$

では電極を突起させたことによる乱流の影響が少なくとも粘性層損失に因しては無視でき突起電極半分の効果のみが残るので、オ12図に示すように点火限界空間比は突起高に因してはねと飽和する。すなわち、

$$h_1 + \delta_1 < \delta_0 \quad \text{オ13式}$$

の条件の突起高においては、突起電極間の空間内で成長した火だねが支持部材空間に近づくとき乱流に起因する厚い境界層のために軽減せしめられる効果が存在するのでオ12図に示すように点火限界空間比は突起高 h_1 に依存する。

オ12図に示す突起効果は、

$$h_1 + \delta_1 = \delta_0 \quad \text{オ14式}$$

の臨界条件における接地電極 21 の突起高は $h_1 =$

特開 52-36237(5)
るので点火限界空間比は減少する。オ10図の電極間隔 L の大なる領域 ($L > 0.7 \text{ mm}$) で、この発明の点火炬の点火限界空間比曲線 W に比して U 字溝付接地電極をもつ従来の点火炬の点火限界空間比曲線 W が下方へ寄るのはこのためである。

しかしながら、板状の接地電極 1 を突起電極としたこの発明の接地電極 21 を用いるとき、火だねの成長抑制効果は大幅に排除される。この突起電極の面積効果は上述した通りであって、突起電極が細い程火だねの成長抑制効果は低減せしめられる。しかし、突起電極を設けたことによって火だね空間の幾何学的形状に段差が存在することによるマイナスのプロセスも発生する。すなわち電極間隔 L の突起電極間空間で発生した火だねの気体の流れが突起電極間の狭い空間から突起電極外の広い空間に近づくとき、火だね気体の運動の向きに増加する圧力差が生じ火だねの拡大の流れを妨げる作用が発生する。この作用は境界層の中の気体に対しても作用を及ぼす。その結果、突起電極の電極支持部材表面に形成される境界層に近し、

0.25 mm であることを示しており、その結果、オ13式を参照して $\delta_0 = 0.5 \text{ mm}$ が得られる。この δ_0 の値はオ3図(b)およびオ3図(c)に示すように幅 2.7 mm、長さ約 5 mm の板状の電極支持部材 23 に図示の位置に直径 1 mm の円板状突起電極を付し接地電極 21 としたときに得られるものである。電極支持部材 23 の面が更に小さいかあるいは突起電極が電極支持部材 23 の先端に付されているときは $\delta_0 < 0.5 \text{ mm}$ となる。オ4図(a)、(b)およびオ5図(a)、(b)はこれに相当する。いずれにせよ突起高 h_1 が 0.25 mm 以上であれば突起電極を設けたことによるデブリット要因は完全に排除されデブリット要因のみが残ることが明らかである。また、前述するように運転時の内部燃焼においては境界層の厚さは上記 1 気圧非圧縮混合気におけるよりも小さいので、突起高 h_1 は約 0.1 mm 以上であればよい。ただし加工精度や使用中における熱歪を考慮すれば約 0.25 mm 以上であることが望ましい。

以上は電極間隔 L が狭く消炭距離に近い条件下

の火だねについて主として説明してきたが $L > 2\delta$ のときには、

$$L_{eff} = L - 2\delta \quad \dots\dots\dots (6)$$

に等しい厚さの厚膜のないポアソナル流の領域（押合主膜）が生じる。いま式(5)の条件は成立しているものとしている。膜にかこまれた空間での流体が定常流であるときはポアズイユの式にほいそのときは壁から十分離れた場所においても押合主膜は生じない。しかし火だねの成長に伴う気体の流れは定常流ではないので押合主膜が生じる。この押合主膜が火だねの成長に対する有効空間長である。式(6)はこの有効空間長 L_{eff} の拡大は電極間隔 L を大きくすることと境界層の厚さ δ を小さくすることによって達成されることを示している。電極間隔 L を大きくすることには放電境界面層上の制約があり、境界層の厚さ δ を小さくするために電極半径 r を小さくすることは電極材料の耐蝕上の制約があった。しかし果てしなくの制約も無いものではなくなっている。トランジスタイグナイタにより放電電極間隔は拡大され、白金

特開昭52-36237(7)
白金食からなる電極により耐蝕性は改善されている。

従って両者の方法で有効空間長 L_{eff} を拡大することができる。この有効空間長 L_{eff} が拡大されると電気火花放電でつくられる初期火だねの熱力学的量の固体壁による損失割合が減少するので点火限界空間比は増大する。すなわち点火限界空間比は有効空間長 L_{eff} と対応関係をもつ。有効空間長 L_{eff} は式(6)で与えられるので 0.25 mm 以上の空間高 h_1 をもつ電極の半径を小さくして境界層の厚さ δ を減少させることは同一の点火限界空間比を与える上で電極間隔 L の減少と等価である。すなわち、式(10)において大電極に換する点火限界空間比曲線 V はこれを小電極とすると $\delta L = 2(\delta_1 - \delta_2) = 2(0.89 - 0.25) = 0.28$ mm だけ左方へ移動して点火限界空間比曲線 V にほぼ等しくなることとなる。このように電極半径 r の効果は電極間隔 L に等価変換されるので以下の説明では電極間隔 L の効果のみについて詳述する。

火だね成長の有効空間長 L_{eff} がゼロ以上で電極間隔 L が大きくなるに従って固体壁損失の割合は

次第に低下し火だねは成長し易くなり点火限界空間比は次第に増大する。しかし火だねの熱力学的量の損失は固体壁損失以外に火だねの成長プロセス自身にも含まれている。すなわち、電極間隔 L の小さな領域では、主に耐蝕性低減のため電極壁に近づくほど火だねの膨張速度は小さくなり、火だねは球形に近くなる。球形火だね内の熱力学的量の火だね成長に伴う空燃比燃焼相への放熱は火だね半径 r の2乗に逆比例して増大する。電極間隔 L をさらに増大させるならば火だねは円柱形となり、円柱形火だねの熱力学的量の空燃比燃焼相への火だね成長における放熱は円柱の半径に逆比例する。すなわち、火だねの半径の増大に伴う熱力学的量の放熱は球形火だねより少なくてすむ。そのため点火限界空間比は次第に上昇する。火だねが円柱形に達したときは両端の電極壁の割合は減少し点火限界空間比—電極間隔曲線は飽和傾向を示すようになる。式(10)に示す曲線はいずれも電極間隔 L の増大に伴って火だね形状が扁平（曲線の垂直傾斜）から球形を経て円柱状（曲線の水平傾斜）

への移行および電極壁損失の相対的低下に対応して増大する点火限界空間比をあらわしている。

これまでは1気圧の非圧縮混合気についての実験結果をもとにして述べてきたが、通常内燃機関は圧縮混合気を用いる。

圧縮比が増すに従って点火限界空間比が上昇し点火限界電極間隔が減少する作用は次のように説明される。

(I) 断熱圧縮された混合気の全体の熱力学的量の増大のため、火だね内から空燃比燃焼相へ供給されるべき火だねの成長に必要な熱力学的量が軽減される。

(II) 断熱圧縮された混合気の全体の熱力学的量の増大のため、火だねの内と外の熱力学的量の差が減少するので、火だね内の熱力学的量の放熱が減少する。

(III) 混合気が圧縮されたとき、火だねの成長、すなわち、球形または円柱形の火だねの半径の増大による火だね内の熱力学的量の放熱が、上記(I)および(II)の過程のため弱められるのに対し、混合気

が圧縮されているときは燃焼半径の拡大によって新たに発生付加される熱力学的量は大きくなる。

これは圧縮されているときは、混合気の体積膨張密度が大きいのであって、混合気が濃い、すなわち空燃比が小さいことと等価である。

(iv) 内燃機関の点火運転の初期を除いて先行する点火燃焼のため点火電極の温度は $400^{\circ}\sim 800^{\circ}\text{C}$ 程度に上昇しているため電極表面による直接的な熱損失は少なくしてすむ。

(v) 断熱圧縮された混合気が突如燃焼またはその電極支持部材の表面に形成する境界層の厚さは高温になるほど減少する(ポアッソンの断熱方程式を(1)式に用いれば)は絶対温度に反比例する)。運転時の内燃機関における火だねの燃焼速度は前述した1気圧非圧縮時のもの約 $1/2\sim 1/3$ 程度になる。

以上を要約するならば、点火放電電極の形状に關係なく混合気が圧縮されると、火だねの成長に伴う熱力学的量の損失が減少し同時に火だね成長の有効電極間隔が増すことになる。従って、

特開昭52-36237(B)

点火燃焼空燃比—電極間隔曲線は運転時の内燃機関においては1気圧非圧縮時のオ10図に示す曲線よりも左および上方に移動する。

しかしながら実際の内燃機関を運転条件下で測定された点火燃焼空燃比—電極間隔曲線上の条件で使用することはできない。この曲線よりも十分下右方の安全領域を利用しなければならない。オ10図における曲線Wは従来例の点火放電を1気圧非圧縮混合気を用いて得た点火燃焼空燃比—電極間隔曲線であって、所定距離は0.63 mmとなっている。しかるにこの点火放電は実際の内燃機関の仕様に於いて0.5—0.8 mmで使用することができるのである。従ってオ10図に示す1気圧非圧縮混合気について得られた点火燃焼空燃比—電極間隔曲線は実際の内燃機関では十分な安定点火領域内にあるので、この曲線を動作基準曲線とみなすことは合理的である。

オ10図において曲線Uと直線 X_1 (最高空燃比レベル)との交点に対応する電極間隔 L は $L=0.62\text{ mm}$ である。また、曲線Uと直線 X_2 (イン

概要

ブタン空燃比=20、ガソリン空燃比=17.8のレベルを示す)との交点に対応する電極間隔 L は $L=1.59\text{ mm}$ である。すなわち、高圧電極22および接地電極21と共に電極支持部材23、24から0.25 mm以上突出せしめると同時に直径1 mmの細電極とした点火放電は、その電極間隔 L が $L=0.62\text{ mm}$ のとき電極間隔の混合気を用いた内燃機関を有効に点火運転することができ、 $L=1.59\text{ mm}$ のとき空燃比=20のイソブタン混合気または空燃比=17.8のガソリン混合気を用いた内燃機関を有効に点火運転することができる。

市販の高出力イグニッションコイルを市販のモータリスタ調圧器で動作させ発生した35 KVの安定電圧パルスによる8気圧非圧縮混合気中での電極間隔は2 mmであるから上記のような非圧縮混合気内燃機関の電気火花点火による運転は容易である。いすゞ自動車株式会社製のいすゞ117ターボX T型のガソリンエンジン(型名G1808K、水冷4サイクル、直上昇進カム軸式、圧縮比8.7、総排気量=1817 CC、1973年式、走行距離約3

万Km)に於ける実験において気化器アイドルスクリーン調整のみで空燃比を十分大きくすることによってアイドリング時CO排出濃度が0.1%、HC排出濃度250 ppmの状態を再現することができた。この条件下での通常走行における運転性能および燃費性能には何の不都合も生じていない。

少なくともロータリエンジンでは空燃比が燃焼比に近ければ特別に稀薄混合気を用いなくとも燃費条件は大幅に改善される。

一方、内燃機関の通常の点火電極を用いるときは点火放電の電極間隔 L は0.8 mm以下であることが望ましい。電極間隔 L が $L=0.8\text{ mm}$ のとき、上述の点火放電動作基準曲線が無空燃比直線 X_1 と交わるような点火放電の電極直径は1.7 mmとなることが、実験および計算から求められた。もちろんこの電極は電極支持部材23、24からそれぞれ0.25 mm以上突出したものについてである。すなわち、高圧電極22および接地電極21が共に、1.7 mm以下の直径であると同時にその電極支持部材23、24から0.25 mm以上突出している点火放電を用いるならば、

通常の点火電極を用いて最良空燃比以上の荷部混合気で内燃機関を運転せしめることができる。従ってこの発明において細電極とは直径が1.7 mm以下のものとし、太電極とは直径が1.7 mmより大なるものとする限界を設定することができる。

点火限界空燃比を大ならしめるためには、点火時の高圧電極および接地電極を共に突進せしめると同時に細電極とすることが有効であるが、一方、さらに電極間隔を長くすることも有効である。点火パルスの突頭値を一定のまま、放電限界間隔を大ならしめるために3電極点火栓を用いることができる。すなわち、同一の点火パルスを用いるとき3電極点火栓の放電限界主電極間隔は2電極点火栓の放電限界間隔の1.75倍に拡大される。このような3電極点火栓の火だね成長のための有効空間長を大ならしめるべく、高圧電極32、トリガ電極33および接地電極31をすべて細電極とし、かつこれらすべての電極をそれぞれの電極支持部材34、35、36から突進させたオリ図(a)、(b)に示すような3電極点火栓300を用いるならば、2

伝導損失および燃焼活性物質の電極面への拡散吸着過程等によって決まるといふ制限の域を出ていない。この発明は火だねの成長過程を単なるエネルギー収支に限定せず、火だね気体の熱力学的すなわちエンタルピー（熱エネルギーと仕事の和）および圧力、密度の空間分布をもとづく流体力学的振舞いを数論的実験的に考察することによって点火条件（点火下限界電極間隔および点火限界空燃比）を大幅に拡大する点火燃焼を見出したものである。

また、従来の細電極点火栓は放電極性の効果のみを考慮（高圧電極）のみを細電極とするにとどまっている。この発明は火だねおよびその成長には電気的活性がなく、熱力学的および流体力学的過程が支配的な影響を及ぼすことに着目し、すべての電極を細電極としさらにそれを電極支持部材から突進せしめることにより燃焼の特性改善を実現したものである。

この発明による点火栓の既存の内燃機関への適用はきわめて簡単であり、いわゆるレツプ型、

特開昭52-36237(9)

電極点火栓200について上述したのと同様燃焼距離の減少、点火限界空燃比の増大が認められた。

従来、荷部混合気で点火するために実行されている努力の一つは放電エネルギーを増大させることである。しかし、放電エネルギーを増大させてもそのエネルギーから生ずる火だねの熱力学的量の大部分を電極電損失として消費せしめている点火燃焼を改善せぬ限り大きな効果は望めない。そのみか放電エネルギーを限界以上に大ならしめるとき、火だね気体の流体構造は乱流となり、その熱伝導度、粘性、および拡散係数は断続的に増大し火だねの熱力学的量の電極電損失は断続的に増大するので、却って点火条件は低減せしめられる。さらに、放電エネルギーの増大は電極面の電極を加害して点火栓寿命を短くする。

また、従来の可燃性混合気の電気火花点火に関する理論的考察には火だねの流体力学的アプローチが殆んどなされていない。例えば、点火限界電極間隔は放電エネルギーと電極面への直接的な熱

ロータリ型、あるいは気化器給気式、燃料噴射式等の各種のものに適用できる。

特に燃焼室が扁平でかつ移動するロータリエンジンでは混合気の濃淡の分布ができる。相対的に低い領域の混合気が従来の電気火花で点火されるためには、相対的に高い領域の混合気の絶対濃度は極めて高くなるのでロータリエンジンの燃焼室の全体の平均の空燃比は非常に小さいものとなり、H₂OおよびCOの排出が大で燃料消費率が高くなる。このようなロータリエンジンあるいは類々の方法で人為的に混合気の濃淡を生ぜしめる成層給気エンジンにおいて、一つの燃焼室に2個以上の点火栓を設ける必要がある場合にもこの発明の点火栓を使用することが容易であり、低い混合気領域の点火燃焼を効率よく実現することができるので、H₂OおよびCOの排出減少と燃料消費率の低減をはかることができる。

ガンリン等液体燃料を使用する内燃機関の温度が低い始動時には、燃料の蒸気化率が低く、また電極温度が低く点火しにくい場合があるが、この

特開 52-36237(10)

発明による点火栓は点火限界空燃比が大きいので、4 図面の簡単な説明

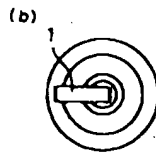
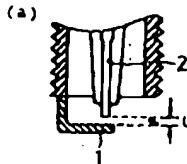
始動点火も容易となる。
以上詳細に説明したように、この発明は対向するすべての電極を銅電極として、かつそれぞれの電極支持部材から突起せしめた2電極もしくは3電極点火栓を内燃機関に用い、さらに空燃混合比よりも高い混合比を形成させる燃料供給装置を具備するだけでH₂O、COおよびNO_xの排出量の少ないいわゆる低公害エンジンを實現できる。従って内燃機関の構造および作動が簡単であるから、排ガス特性と運転性能および燃費性能とを調和させる技術およびそのような条件を満足する内燃機関の量産技術および品質管理技術の確立が容易である。また、使用過程中のエンジンの低公害化も容易である。

かように点火のメカニズムを追究した結果にも、必ずこの発明の点火栓を内燃機関へ適用するならば、現今急務な解決が要求されている排気ガスの問題を低コストで解決することができ、その技術的、社会的意義はきわめて大きいものである。

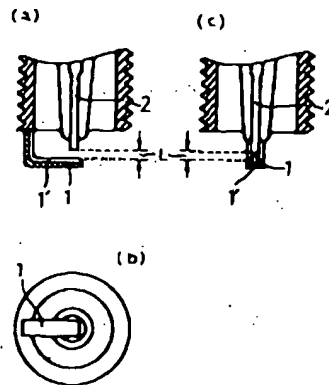
図中、21は接地電極、22は高圧電極、23、24は電極支持部材、25は外筒、26は中筒、27は高圧電極端子、28はガスケット、29はねじ、200は2電極点火栓、31は接地電極、32は高圧電極、33はトリガ電極、300は3電極点火栓である。

代理人 小林 裕 高

第 1 図

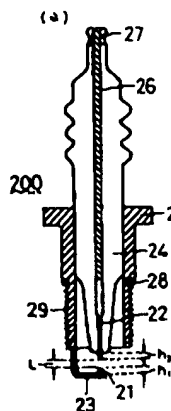


第 2 図

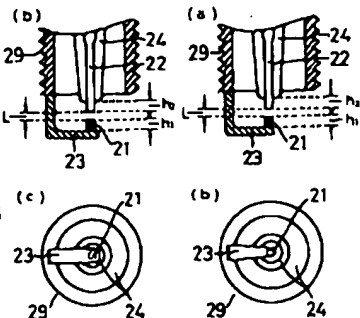


特開 昭52-36237(II)

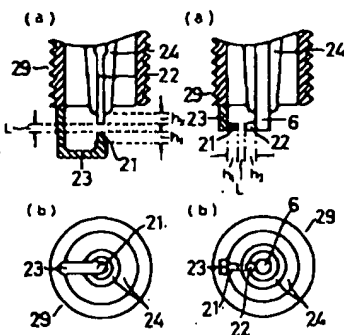
第 3 図



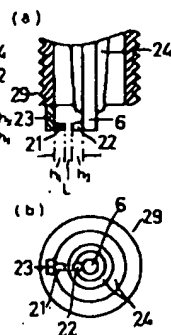
第 4 図



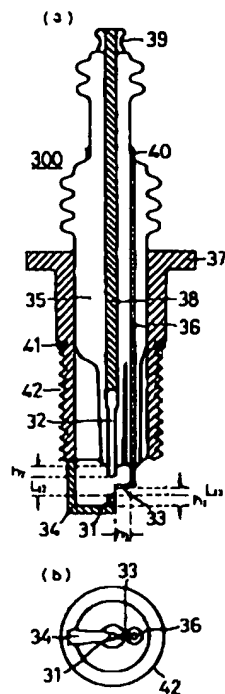
第 6 図



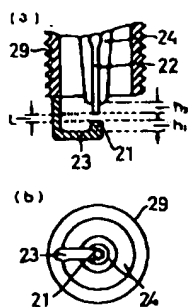
第 7 図



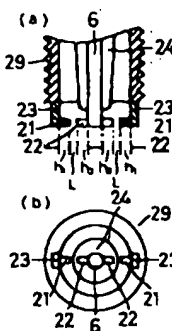
第 9 図



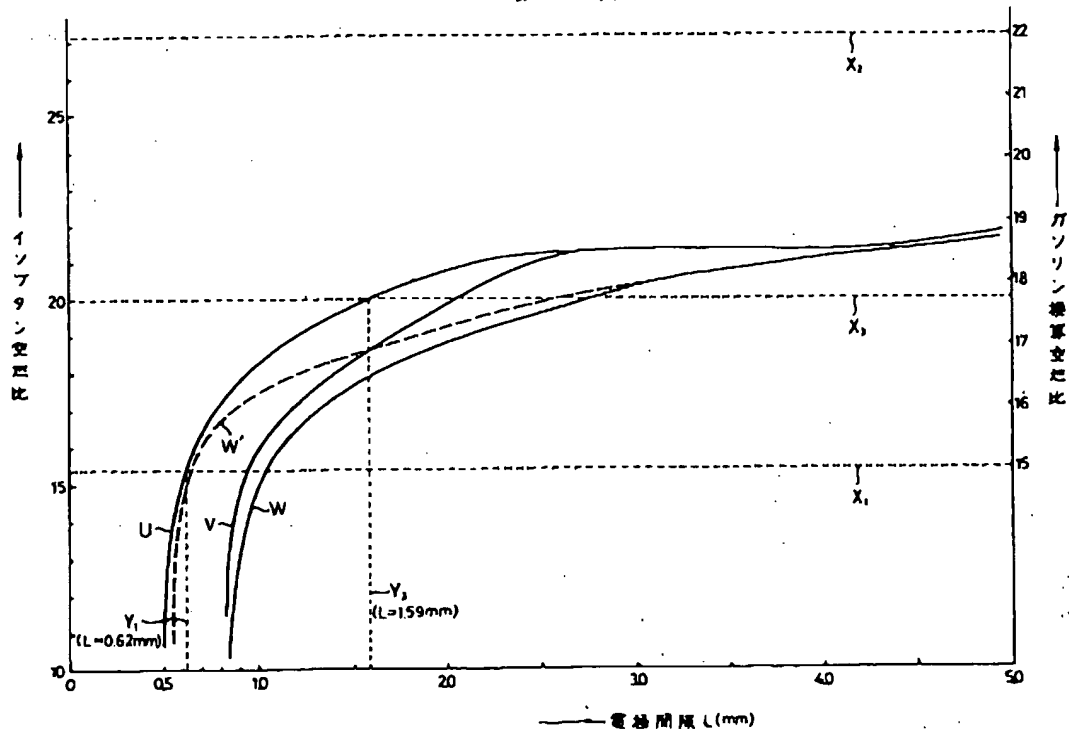
第 5 図



第 8 図

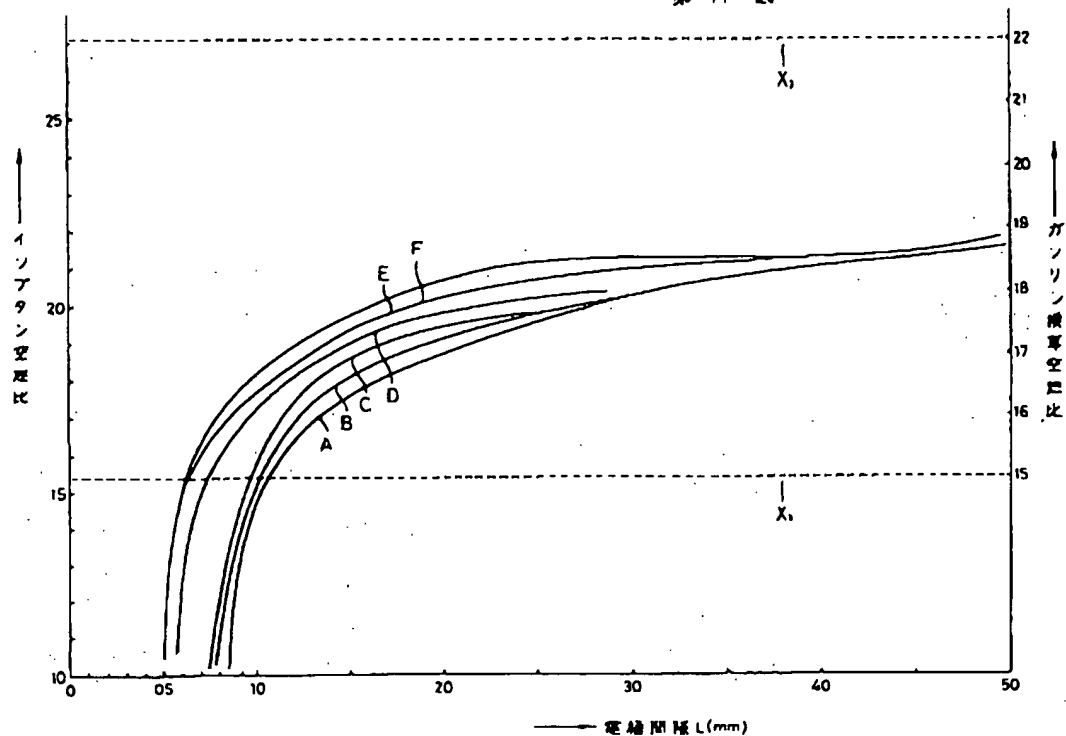


第 10 図



特開 昭52-36237(12)

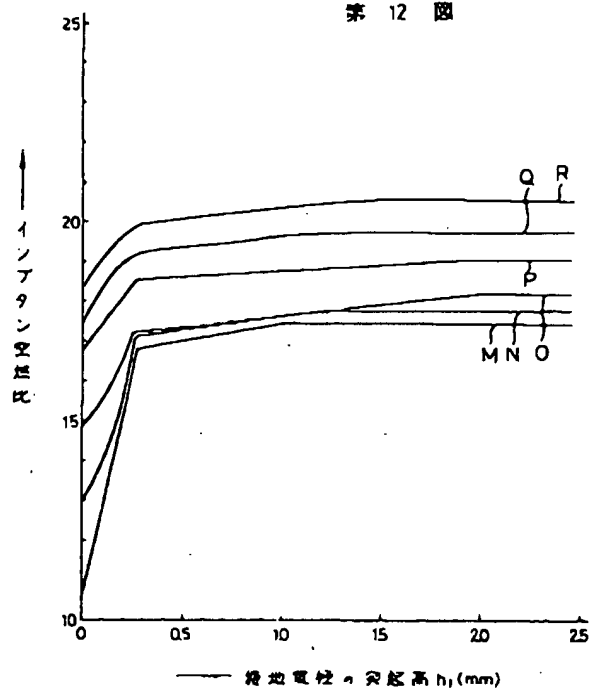
第 11 図



第 12 図

6. 前記以外の発明者

兵庫県足利市東山町 6 丁目 116 番地の 4
吉 田 昌 雄



手続補正書 (自発)

昭和 51 年 12 月 15 日

特許庁長官 殿

1. 事件の表示 特開昭 50-110873号

2. 発明の名称 自動車内燃機関用電気火花点火機

3. 補正をする者

事件との関係 特許出願人

大阪府大阪市成川区三津屋中 2 丁目 5 番 4 号

新コスモス電機株式会社

代表者 五 原 隆 一郎

4. 代理人 〒101

東京都千代田区神田神保町 1 丁目 15 番 水戸第 2 ビル 4 階
新田・小林特許事務所 電話 (291-3771 番)

(7171) 弁理士 小 林 将 高



図の実現を容易にせんとするものである。すなわち、この発明の点火機を用い、アイドリング、エンジンブレーキ、定速、加速および減速を含む運転モードにおいて、混合気の空気過剰率が P_{21} を満たす希薄混合気を形成させる混合気供給装置を具備せしめることによつて、HC、CO および NOx の排出量の少ない、いわゆる希薄混合気燃焼の自動車用低公害内燃機関を容易に実現することができる。」

(5) 同じく第 24 頁 19 行～第 26 頁 2 行の「火だね成長の………」をあらわしている。」の箇所を下記のように補正する。

「火だね成長の有効空間長 L_{eff} が ϕ 以上で燃焼開始が大きくなるに従つて、火花放電時に形成される初期火炎後の体積が増大する。その結果、火花放電機での単位時間あたりの燃焼発熱総量が増大して火花放電機からの単位時間あたりの放熱総量を冷却しめくため初期火炎後、つまり火だねは成長しめく。すなわち、より希薄な燃料濃度でも点火が実現可能となる。従つて第 1.0 図に示

特開昭 52-36237(13)

5. 補正の対象

明細書 1
発明の名称の欄、明細書の特許請求の範囲の欄、
発明の詳細な説明の欄および図面

6. 補正の内容

(1) 明細書の第 1 頁 3 行の発明の名称を「自動車用燃焼機関用電気火花点火機」と補正する。

(2) 同じく特許請求の範囲を別紙のように補正する。

(3) 同じく第 1 頁 17～20 行の「この発明は、………するものである。」の箇所を下記のように補正する。

「この発明は、自動車用燃焼機関の電気火花点火機に関するものであり、電気火花点火機を改良して電気火花放電による可燃性混合気の点火条件を拡大することによつて排ガス特性の優れた自動車用低公害内燃機関を容易に実現することを目的とするものである。」

(4) 同じく第 5 頁 4～5 行の「のであり、………である。」の箇所を下記のように補正する。
「のであり、これによつて自動車用低公害内燃機

すように燃焼開始の増大に伴つて、点火限界空燃比は次第に増大する。」

(6) 同じく第 26 頁 17～20 行の「(Ⅲ) 混合気が………に對し、混合気」の箇所を「(Ⅲ) 混合気」と補正する。

(7) 同じく第 35 頁 7～8 行の「より薄い………の排出量の」の箇所を下記のように補正する。
「よりも薄い混合気を形成させる混合気供給装置を具備することによつて HC、CO および NOx の排出量の」

(8) 第 1.1 図を別紙のように補正する。

以 上

特開昭52-36237(14)

2 特許請求の範囲

(1) 高圧電極と接地電極をもつ2電極点火栓において、前記高圧電極および接地電極を共にそれぞれの電極支持部材から突起させ、かつ前記高圧電極および接地電極を共に細電極としたことを特徴とする自動車用内燃機関用電気火花点火栓。

(2) 高圧電極、トリガ電極および接地電極をもつ3電極点火栓において、高圧電極、トリガ電極および接地電極をすべてそれぞれの電極支持部材から突起させ、かつ前記高圧電極、トリガ電極および接地電極をすべて細電極としたことを特徴とする自動車用内燃機関用電気火花点火栓。

第 11 図

